

УДК 678.027

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕРМОФОРМОВАНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА

© Никитин В.С., Балькаев Д. А., Амирова Л.М.

*Казанский национальный исследовательский технический университет
имени А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Российская Федерация*

e-mail: vadim98i@mail.ru

В последнее время в аэрокосмической промышленности все большее значение приобретают композиционные материалы (КМ) благодаря высоким удельным физико-механическим характеристикам. Одним из наиболее распространенных в промышленности методов изготовления изделий из ПКМ является термоформование за счет низкой стоимости и хорошей формуемости [1]. Однако в связи с большими временными затратами и повышенной сложностью изготовления деталей из КМ, связанной с влиянием на качество получаемого изделия большого количества параметров и высокой стоимостью сырья, требуется повышение качества технологического процесса и сокращение времени изготовления деталей. Наиболее перспективным в данном плане является моделирование испытаний численными методами с помощью программного обеспечения, благодаря чему возможно заменить испытания на реально изготовленных образцах их симуляцией, что позволяет сократить технологический цикл производства [2; 3].

Цель данной работы заключается в оптимизации технологического процесса изготовления композиционной детали на основе стеклопластика и термопластичного связующего методом термоформования с помощью программного обеспечения PAM-FORM. Исследовался полипропилен марки 01030 Valen. Теплофизические свойства материалов проводилось методами дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК) с помощью ДСК-калориметра NETZSCH DSC 204 F1 Phoenix в режимах изотермического и динамического нагрева. Данные о реологических свойствах полимеров были получены с помощью ротационного вискозиметра HAAKE RheoStress в режиме осцилляции. Зависимости модуля изгиба от температуры полимеров определялись методом динамо-механического анализа (ДМА) на ДМА-анализаторе TA Instruments DMA Q800.

Физико-механические характеристики образцов исследовались на электромеханической универсальной машине с термокамерой Instron 5882. Модуль сдвига определялся методами растяжение-смещение и испытания в рамке. Модуль упругости определялся в ходе испытания на растяжение. Плотность образцов определяли методом гидростатического взвешивания. Также было изучено межслоевое трение и трение с оснасткой и измерен модуль упругости при изгибе.

На основании полученных данных о физико-механических свойствах с помощью программы PAM-FORM был смоделирован процесс термоформования двойного купола.

В ходе работы были исследованы свойства полипропилена, смоделирован и оптимизирован процесс изготовления композиционной детали на основе термопласта и стекловолокна методом термоформования в программе PAM-FORM, в результате чего удалось сократить время на производство и повысить качество изготовления сборочной единицы.

Библиографический список

1. Laroche D., Erchiqui F. Experimental and Theoretical Study of the Thermoformability of Industrial Polymers // *Journal of Plastic Film and Sheeting*. 1999, Vol. 15, P. 287–296.
2. Görthofer J. et al. Virtual process chain of sheet molding compound: Development, validation and perspectives // *Composites Part B: Engineering*. 2019. Vol. 169, P. 133–147.
3. Arai M., Kato Y., Kodera T. Characterization of the Thermo-Viscoelastic Property of Glass and Numerical Simulation of the Press Molding of Glass Lens // *Taylor & Francis*. 2009, Vol. 32, № 12, P. 1235–1255.